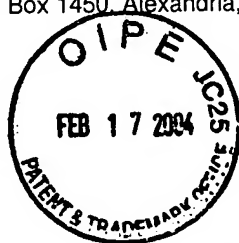


**CERTIFICATE OF MAILING**

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Date: February 13, 2004

*Sonia V. McVean*  
Sonia V. McVean



Patent  
36856.1150

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of: Ryoichi OMOTE Serial No.: 10/697,530 Filing Date: October 30, 2003 For: LADDER-TYPE FILTER, BRANCHING FILTER, AND COMMUNICATION DEVICE	Art Unit: 2817 Examiner: Unknown
---	-------------------------------------

**TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENTS**

Commissioner for Patent  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy each of Japanese Patent Application Nos. **2002-315997** filed **October 30, 2002** and **2003-351502** filed **October 10, 2003** from which priority is claimed under 35 U.S.C. 119 and Rule 55b.

Acknowledgement of the priority documents is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

Date: February 13, 2004

  
Attorneys for Applicant(s)

Joseph R. Keating  
Registration No. 37,368

Christopher A. Bennett  
Registration No. 46,710

**KEATING & BENNETT LLP**  
**10400 Eaton Place, Suite 312**  
**(703) 385-5200**

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                    2 0 0 2 年 1 0 月 3 0 日  
Date of Application:

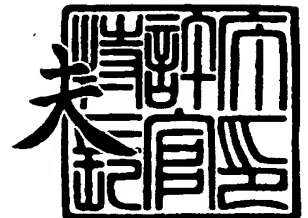
出 願 番 号                    特 願 2 0 0 2 - 3 1 5 9 9 7  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                    [ J P 2 0 0 2 - 3 1 5 9 9 7 ]

出 願 人                    株式会社村田製作所  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 2 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 8 5 6 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 32-1119

【提出日】 平成14年10月30日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H03H 9/64

【発明者】

    【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田  
                            製作所内

    【氏名】 表 良一

【特許出願人】

    【識別番号】 000006231

    【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

    【識別番号】 100080034

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 原 謙三

    【電話番号】 06-6351-4384

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 003229

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 0014717

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 弾性表面波フィルタ、弾性表面波分波器、および通信機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電性基板と、前記圧電性基板上に形成された複数のくし型電極部からなる、複数の一端子対弾性表面波共振子とを備え、

該複数の一端子対弾性表面波共振子は、梯子型に配置された、少なくとも 1 つの直列共振子と、少なくとも 1 つの並列共振子とを形成している弾性表面波素子を有する、弾性表面波フィルタにおいて、

少なくとも 1 つの並列共振子には第 1 インダクタが直列に接続され、

少なくとも 1 つの直列共振子には第 2 インダクタが並列に接続されていることを特徴とする、弾性表面波フィルタ。

【請求項 2】

圧電性基板と、前記圧電性基板上に形成された複数のくし型電極部からなる、複数の一端子対弾性表面波共振子とを備え、

該複数の一端子対弾性表面波共振子は、梯子型に配置された、少なくとも 1 つの直列共振子と、少なくとも 1 つの並列共振子とを形成している弾性表面波素子を有する、弾性表面波フィルタにおいて、

少なくとも 1 つの並列共振子には第 1 インダクタが直列に接続され、

少なくとも 1 つの直列共振子には第 2 インダクタが並列に接続され、

前記第 1 インダクタが直列に接続された並列共振子の共振点と、第 2 インダクタが並列に接続されたことにより直列共振子の共振点よりも低域側に発生する、反共振点とが互いに略一致されていることを特徴とする、弾性表面波フィルタ。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つの並列共振子は、少なくとも 2 つの一端子対弾性表面波共振子を互いに並列接続して有していることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つの並列共振子は、少なくとも 2 つの一端子対弾性表面波共

振子を互いに直列接続して有していることを特徴とする、請求項 1 ないし 3 の何れか 1 項に記載の弾性表面波フィルタ。

**【請求項 5】**

前記少なくとも 1 つの直列共振子は、少なくとも 2 つの一端子対弾性表面波共振子を互いに直列接続して有していることを特徴とする、請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の弾性表面波フィルタ。

**【請求項 6】**

前記少なくとも 1 つの直列共振子は、少なくとも 2 つの一端子対弾性表面波共振子を互いに並列接続して有していることを特徴とする、請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の弾性表面波フィルタ。

**【請求項 7】**

前記第 1 および第 2 インダクタの少なくとも 1 つは、チップ型のコイルからなることを特徴とする、請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の弾性表面波フィルタ。

**【請求項 8】**

前記第 1 および第 2 インダクタの少なくとも 1 つは、ボンディングワイヤからなることを特徴とする、請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の弾性表面波フィルタ。

**【請求項 9】**

前記弾性表面波素子はパッケージに搭載されている一方、

前記第 1 および第 2 インダクタの少なくとも 1 つは、該パッケージ内に形成された配線からなることを特徴とする、請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の弾性表面波フィルタ。

**【請求項 10】**

前記弾性表面波素子はパッケージに搭載されており、

前記第 1 および第 2 インダクタの少なくとも 1 つは、前記弾性表面波素子を搭載したパッケージが実装される実装基板上に形成された配線パターンであることを特徴とする、請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の弾性表面波フィルタ。

**【請求項 11】**

請求項 1 ないし 10 の何れか 1 項に記載の弾性表面波フィルタを高周波数側に通過帯域を有するフィルタとして用いたことを特徴とする、弾性表面波分波器。

【請求項 12】

請求項 1 ないし 10 の何れか 1 項に記載の弾性表面波フィルタ若しくは請求項 11 に記載の弾性表面波分波器を搭載したことを特徴とする、通信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、弾性表面波フィルタに関する。本発明は、例えば自動車電話、携帯電話等の移動体通信機に好適に使用される弾性表面波フィルタ、弾性表面波分波器、および通信機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、携帯電話等の通信機の小型・軽量化・複合化が急速に進んでおり、それに伴い、従来は、分波器やトップ用フィルタにおいて、電気的特性・耐電力性に優れた誘電体フィルタが用いられてきたが、分波器やトップ用フィルタにおいても小型・軽量にできる弾性表面波（SAW）フィルタの要求が高まっている。特に分波器の送信側に用いられるフィルタには、高い耐電力性が必要とされる上、通過帯域が低挿入損失、通過帯域外（阻止帯域）が高減衰量といった誘電体フィルタなみの高性能が要求される。

【0003】

分波器の送信側に用いられる弾性表面波フィルタとしては、日本国特許第 2800905 号公報に開示されている、一端子対弾性表面波共振器を、並列腕、直列腕と交互に配置されてなる梯子型のバンドパスフィルタが最も一般的となっている。図 26 に、各一端子対弾性表面波共振器 51、52 を用いた梯子型フィルタの基本的構成を、図 3 に梯子型フィルタを構成している弾性表面波共振器の構造を、図 27 に上記梯子型フィルタの代表的な特性を示す。

【0004】

梯子型フィルタは、低ロスかつ広帯域であり、通過帯域の比較的近傍において

大きな減衰量が得やすいという特徴により、良好な特性が得られるため、携帯電話用フィルタなど幅広く利用されてきた。

#### 【0005】

近年の技術開発によりフィルタを構成する電極膜の高耐電力化が進み、分波器の送信側フィルタとしても使われるようになってきており、AMP S方式や800MHz帯CDMA方式の分波器などはすでに梯子型のSAWフィルタにより実用化されている。

#### 【0006】

しかし、その一方で、携帯電話用、特に分波器用SAWフィルタに要求される性能は厳しくなっており、更なる低挿入損失化、高減衰量化が必要となってきた。

#### 【0007】

##### 【特許文献1】

日本国特許第2800905号公報（対応公開特許公報：特開平5-183380号公報、公開日：1993年7月23日）

#### 【0008】

##### 【特許文献2】

特開平9-167937号公報、公開日：1997年6月24日）

#### 【0009】

##### 【発明が解決しようとする課題】

例えば、最近になって分波器を必要とされるようになった800MHz帯のPDC方式の場合、分波器の送信用フィルタには、通過帯域の挿入損失が1dB以下、減衰量が40dB以上という非常に厳しい特性要求がある。また、この方式の場合、送信帯域が940MHz-958MHz、受信帯域が810MHz-828MHzであり、送信帯域と受信帯域の周波数間隔が112MHzもあるという特殊な周波数構成となっている。上述したAMP S方式や800MHz帯CDMA方式の送信帯域と受信帯域との間の周波数間隔は20MHzであるので、800MHz帯のPDC方式の周波数間隔は、上述したAMP S方式等と比べて、実に5倍以上にもなる。

## 【0010】

しかしながら、梯子型フィルタの減衰域は直列腕および並列腕の一端子対弾性表面波共振器の共振周波数と反共振周波数の周波数間隔によって決定され、比較的近傍の減衰量は得やすいが、通過帯域から大きく離れた周波数帯では減衰量が得られない。

## 【0011】

また、減衰量は、並列腕に配置される一端子対弾性表面波共振器と直列腕に配置される一端子対弾性表面波共振器の容量の比によって決定されることにより、挿入損失と減衰量とは互いに完全なトレードオフの関係となっている。

## 【0012】

そのため、このように100MHz以上も離れた周波数帯域でありながら、通過帯域での挿入損失1dB以下、阻止帯域での減衰量40dB以上という要求特性は従来の梯子型フィルタでは実現が困難であった。

## 【0013】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の弾性表面波フィルタは、以上の課題を解決するために、圧電性基板と、前記圧電性基板上に形成された複数のくし型電極部からなる、複数の一端子対弾性表面波共振子とを備え、該複数の一端子対弾性表面波共振子は、梯子型に配置された、少なくとも1つの直列共振子と、少なくとも1つの並列共振子とを形成している弾性表面波素子を有する、弾性表面波フィルタにおいて、少なくとも1つの並列共振子には第1インダクタが直列に接続され、少なくとも1つの直列共振子には第2インダクタが並列に接続されていることを特徴としている。

## 【0014】

本発明の他の弾性表面波フィルタは、以上の課題を解決するために、圧電性基板と、前記圧電性基板上に形成された複数のくし型電極部からなる、複数の一端子対弾性表面波共振子とを備え、該複数の一端子対弾性表面波共振子は、梯子型に配置された、少なくとも1つの直列共振子と、少なくとも1つの並列共振子とを形成している弾性表面波素子を有する、弾性表面波フィルタにおいて、少なくとも1つの並列共振子には第1インダクタが直列に接続され、少なくとも1つの



直列共振子には第 2 インダクタが並列に接続され、前記第 1 インダクタが直列に接続された並列共振子の共振点と、第 2 インダクタが並列に接続されたことにより直列共振子の共振点よりも低域側に発生する、反共振点とが互いに略一致されていることを特徴としている。

#### 【0 0 1 5】

上記構成によれば、少なくとも 1 つの並列共振子に第 1 インダクタを直列に接続したので、並列共振子の共振点が低域側にシフトして、通過帯域を広げることができ、また、並列共振子の反共振点より高域側に別の共振点が発生し、この別の共振点を、例えば高域側の阻止帯域に一致させることで、通過帯域に対する高域側阻止帯域の減衰量を大きくできる。

#### 【0 0 1 6】

また、上記構成では、少なくとも 1 つの直列共振子に第 2 インダクタを並列に接続したから、直列共振子の反共振点が高域側にシフトして、通過帯域を広げることが可能となり、また、直列共振子の共振点よりも低域側に別の反共振点が発生する。

#### 【0 0 1 7】

これらにより、上記構成においては、並列共振子の共振点と、直列共振子に並列にインダクタを接続することにより発生する、共振点よりも低域側に位置する反共振点を、例えば阻止帯域にて互いに一致させることで、低域側にシフトした並列共振子の共振点と、直列共振子に並列にインダクタを接続することにより発生する反共振点との、二つの効果を発揮できて、通過帯域に対する、特に低域側阻止帯域の減衰量を大きくできる。

#### 【0 0 1 8】

したがって、上記構成では、通過帯域に対する低域側阻止帯域の減衰量を大きくでき、かつ、通過帯域が広帯域にできる。特に、上記構成を、弾性表面波分波器（SAWデュプレクサ）の、高周波数側に通過帯域を有するフィルタ（例えば送信側フィルタ）に用いると、上記フィルタは、低周波数側に通過帯域を有するフィルタ（例えば受信側フィルタ）の通過帯域でも大きな減衰量が得られるので、弾性表面波分波器において効果的である。

## 【0019】

上記弾性表面波フィルタでは、前記少なくとも1つの並列共振子は、少なくとも2つの一端子対弾性表面波共振子を互いに並列接続して有していてもよい。

## 【0020】

上記弾性表面波フィルタにおいては、前記少なくとも1つの並列共振子は、少なくとも2つの一端子対弾性表面波共振子を互いに直列接続して有していてもよい。

## 【0021】

上記弾性表面波フィルタでは、前記少なくとも1つの直列共振子は、少なくとも2つの一端子対弾性表面波共振子を互いに直列接続して有していてもよい。

## 【0022】

上記弾性表面波フィルタにおいては、前記少なくとも1つの直列共振子は、少なくとも2つの一端子対弾性表面波共振子を互いに並列接続して有していてもよい。

## 【0023】

上記構成によれば、少なくとも2つの一端子対弾性表面波共振子を複数段用いることで、共振子の合成容量を一定にしたまま共振子を分割した場合、基本的にはインダクタがまたがる範囲の容量が同じであれば、ほとんど同じ特性を示すことから、対数を多くすることによって、耐電力性が向上でき、また、通過帯域内のリップルを低減できる。

## 【0024】

上記弾性表面波フィルタでは、前記第1および第2インダクタの少なくとも1つは、チップ型のコイルからなってもよい。

## 【0025】

上記弾性表面波フィルタにおいては、前記第1および第2インダクタの少なくとも1つは、ボンディングワイヤからなってもよい。

## 【0026】

上記弾性表面波フィルタでは、前記弾性表面波素子はパッケージに搭載されている一方、前記第1および第2インダクタの少なくとも1つは、該パッケージ内

に形成された配線からなっているもよい。

#### 【0027】

上記弾性表面波フィルタにおいては、前記弾性表面波素子はパッケージに搭載されており、前記第1および第2インダクタの少なくとも1つは、前記弾性表面波素子を搭載したパッケージが実装される実装基板上に形成された配線パターンであってもよい。

#### 【0028】

本発明の弾性表面波分波器は、前記課題を解決するために、上記の何れかに記載の弾性表面波フィルタを高周波数側に通過帯域を有するフィルタとして用いたことを特徴としている。

#### 【0029】

本発明の通信機は、前記課題を解決するために、上記の何れかに記載の弾性表面波フィルタ若しくは上記記載の弾性表面波分波器を搭載したことを特徴としている。

#### 【0030】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について図1ないし図25に基づいて説明すれば、以下の通りである。

#### 【0031】

本発明に係る弾性表面波フィルタでは、図1および図2に示すように、第1および第2の一端子対弾性表面波共振器（一端子対弾性表面波共振子）5、7に対して、インダクタ（第1インダクタ）L1、およびインダクタ（第2インダクタ）L2をそれぞれ付加した2つの第1および第2の基本ユニット6、8を構成し、これら2つの第1および第2の基本ユニット6、8を梯子型（L型のラダー型）に組み合わせることによりフィルタが形成されている。

#### 【0032】

まず、第1の基本ユニット6は所定の共振周波数を有する第1の一端子対弾性表面波共振器（並列共振子）5を用い、これに対し直列にインダクタL1を接続することにより、好ましくは共振周波数を反共振周波数の100MHz以上低域

側にある阻止帯域に略一致させ、これを梯子型の並列腕として配置されている。

#### 【0033】

図3は前記第1の一端子対弾性表面波共振器5を並列に配置した回路図および概略構成図であり、図4は前記第1の一端子対弾性表面波共振器5の等価回路を表した図である。図5は前記第1の一端子対弾性表面波共振器5を並列に配置した場合の減衰量一周波数特性を示している。

#### 【0034】

前記第1の一端子対弾性表面波共振器5を並列に配置した場合には、反共振周波数 $f_a$ を通過帯域に略一致させると、共振周波数 $f_r$ において減衰極が形成され、通過帯域近傍では大きな減衰量が得られる。しかしながら、共振周波数 $f_r$ より、さらに低域側では急激に減衰量が小さくなってしまう。

#### 【0035】

これに対し、図6および図7で表した本発明の第1の基本ユニット6を並列に配置した場合は前記第1の一端子対弾性表面波共振器5に対して直列にインダクタ $L_1$ を接続することにより、図8および図9の減衰量一周波数特性に示すように共振周波数 $f_{r1}$ と反共振周波数 $f_{a1}$ の周波数間隔を広げ、通過帯域から低域側に大きく離れた阻止帯域においても、共振周波数 $f_{r1}$ による、より大きな減衰量を得ることができる。

#### 【0036】

また、このとき、反共振周波数 $f_{a1}$ の高域側に第2の共振周波数 $f_{r1}'$ が形成され、通過帯域の高域側阻止帯域にも減衰極が形成される。共振周波数 $f_{r1}$ と第2の共振周波数 $f_{r1}'$ に基づく減衰量は、前記第1の一端子弾性表面波共振器5の容量成分と外部のインダクタ $L_1$ の関係により決定されるため、対数、交叉幅および電極線幅／電極ピッチを変えて前記第1の一端子弾性表面波共振器5の容量を調整するか、外部のインダクタ $L_1$ のインダクタンス値を調整することにより、容易に調整が可能である。

#### 【0037】

次に、前述の第2の基本ユニット8について説明すると、第2の基本ユニット8は、前記第1の基本ユニット6の第1の一端子対弾性表面波共振器5の反共振

周波数  $f_{a1}$  に略一致する所定の共振周波数を有する第 2 の一端子対弾性表面波共振器（直列共振子）7 に対し並列にインダクタ  $L_2$  を接続することにより、高域側にシフトさせた反共振周波数  $f_{a2}$  を有し、共振周波数  $f_{r2}$  と反共振周波数  $f_{a2}$  との間の周波数間隔を大きくすると共に、好ましくは共振周波数  $f_{r2}$  の 100 MHz 以上低域側にある阻止帯域に略一致する周波数に第 2 の反共振周波数  $f_{a2}'$  による減衰極が新たに形成されたものである。本発明では、第 2 の基本ユニット 8 を、梯子型の直列腕として配置することを特徴とする。

#### 【0038】

図 10 は前記第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7 を直列に配置した回路図であり、図 11 は前記第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7 の等価回路を表した図である。図 12 は前記第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7 を直列に配置した場合の減衰量一周波数特性を示している。

#### 【0039】

前記第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7 では、インダクタ  $L_2$  を省いた場合、共振周波数  $f_r$  を通過帯域に略一致させると、共振周波数  $f_r$  の高域側近傍に反共振周波数  $f_a$  による減衰極が形成される。しかしながら、反共振周波数  $f_a$  の減衰極は共振周波数  $f_r$ 、すなわち通過帯域の高域側に形成されるため通過帯域の低域側にある阻止帯域では減衰量が得られない。

#### 【0040】

これに対し、図 13 および図 14 で表した本発明の第 2 の基本ユニット 8 は前記第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7 に対して並列にインダクタ  $L_2$  を接続することにより、図 15 および図 16 の減衰量一周波数特性に示すように、周波数が高域側に移動した反共振周波数  $f_{a2}$  により、通過帯域幅を拡大し、同時に通過帯域より低域側に、新たな第 2 の反共振周波数  $f_{a2}'$  が形成されることによって、通過帯域から低域側に大きく離れた阻止帯域においても第 2 の反共振周波数  $f_{a2}'$  による減衰量を得ることができる。

#### 【0041】

第 2 の反共振周波数  $f_{a2}'$  は、前記第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7 の容量成分と外部のインダクタ  $L_2$  との関係により決定されるため、対数、交叉幅お

よび電極線幅／電極ピッチを変えて前記第2の一端子弾性表面波共振器7の容量を調整するか外部のインダクタL2のインダクタンス値を調整することにより、容易に調整が可能である。

#### 【0042】

第2の基本ユニット8を梯子型の直列腕として用いることにより、従来の梯子型フィルタとは異なり、直列腕、並列腕ともに通過帯域すなわち共振周波数 $f_r$ 2の低域側に減衰極を形成できるため、従来の梯子型フィルタよりも少ない素子数で低域側の減衰量を大きく稼ぐことが可能である。また、素子数を少なくすることにより、阻止帯域での減衰量を増大させつつも挿入損失を小さく抑えることが可能である。

#### 【0043】

しかも、前記2つの第1および第2の基本ユニット6、8により形成される通過帯域に対し低域側の減衰極は周波数、減衰量ともに第1および第2の基本ユニット6、8で互いに独立してそれぞれ調整可能であり、100MHz以上低域側に離れた周波数帯域であっても容易に減衰量を得ることが可能である。この構成によって、送信帯域と受信帯域が大きく離れた特殊な周波数方式においても、最小限の素子数で、通過帯域においては極めて低挿入損失、かつ、阻止帯域では高減衰量の弾性表面波フィルタを実現できる。

#### 【0044】

##### 【実施例】

以下、本発明に係る弾性表面波フィルタの実施例について説明する。図1は本実施例の形態で作成した中心周波数949MHzの800MHz帯PDC用フィルタである。図2はその回路構成を示した図である。上記弾性表面波フィルタでは、図1に示すように、例えば41° Yカット-X伝搬LiNbO<sub>3</sub>基板からなる圧電性基板1と、圧電性基板1上に、弾性表面波を伝搬するための櫛型電極2と、反射器電極3と、ワイヤボンディングによりパッケージの電極端子と電氣的に接続するためのワイヤボンディングパッド4とが設けられている。櫛型電極2と、反射器電極3と、ワイヤボンディングパッド4とは、例えばフォトリソグラフィ法を用いた、金属電極膜によりそれぞれ形成されている。上記櫛型電極2

を、圧電性基板 1 上に、複数、弾性表面波の伝搬方向に沿ってそれぞれ形成することにより、第 1 および第 2 の一端子対弾性表面波共振器 5、7 がそれぞれ形成されている。

#### 【0045】

本実施例では耐電力性を高めるため、前記金属電極膜に厚さ 10 nm の Ti 電極膜上に厚さ 171 nm の Al-1 wt % Cu (Al 合金) の電極膜を形成した積層構造を採用している。なお、上記 Al 合金は、Al であってもよい。Ti はチタン、Al はアルミニウム、Cu は銅を示す。

#### 【0046】

図 2 において、第 1 の基本ユニット 6 は、第 1 の一端子対弾性表面波共振器 5 と、それに直列に接続されたインダクタ L1 とによって構成されている。第 2 の基本ユニット 8 は、第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7 と、それに並列に接続されたインダクタ L2 とによって構成されている。

#### 【0047】

本実施例では、圧電性基板 1 としては、 $41^\circ$  Y カット-X 伝搬 LiNbO<sub>3</sub> 基板の例を挙げているが、 $41^\circ$  Y カット-X 伝搬 LiNbO<sub>3</sub> 基板に限定されるものではなく、送信帯域と受信帯域の周波数関係および挿入損失と減衰量の関係から、 $64^\circ$  Y カット-X 伝搬 LiNbO<sub>3</sub>、 $128^\circ$  Y カット-X 伝搬 LiNbO<sub>3</sub>、 $36^\circ$  Y カット-X 伝搬 LiNbO<sub>3</sub> など、カット角の異なる LiNbO<sub>3</sub> 基板や LiTaO<sub>3</sub> 基板に適宜用いることが可能である。

#### 【0048】

本実施例では、第 1 の基本ユニット 6 を構成する第 1 の一端子対弾性表面波共振器 5 の段数は 1 段構成としたが、通過帯域で弾性表面波が励振される、第 2 の基本ユニット 8 では、電力分散による耐電力性向上を目的として第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7 は 2 段構成とした。

#### 【0049】

このように、直列共振子となる第 2 の一端子対弾性表面波共振器 7、および、並列共振子となる第 1 の一端子対弾性表面波共振器 5 は、少なくとも 1 つの一端子対弾性表面波共振器からなっていればよい。また、圧電性基板 1 と、圧電性基

板 1 上にそれぞれ形成された第 1 および第 2 の一端子対弾性表面波共振器 5、7 によって、弾性表面波素子が形成されている。

#### 【0050】

上述の弾性表面波フィルタは、図 17 に示すように、セラミック製のパッケージ 21 に納められ、その外部に第 1 の基本ユニット 6 および第 2 の基本ユニット 8 を構成するチップ型の各インダクタ L1、L2 をそれぞれ搭載した。本実施例ではインダクタ L1、L2 をチップ部品で構成した。

#### 【0051】

しかしながら、特に第 1 の基本ユニット 6 を構成するインダクタ L1 など小さいインダクタンス値で済むため、圧電性基板 1 上に電極配線として構成する、またはパッケージ 21 内の電極配線で構成する、あるいはパッケージ 21 を実装した実装基板上の配線パターンで構成するという方法でも実現可能である。

#### 【0052】

一方、インダクタ L2 は、比較的大きなインダクタンス値が必要であり、意図的に付加したインダクタ、例えばチップ部品のコイルで形成されることが好ましい。本実施例に用いた設計のパラメータを下記の表 1 に示す。

#### 【0053】

【表 1】

ユニット	交叉幅	楕型電極対数	反射器本数	インダクタ
第 1 の基本ユニット	62.5 $\mu\text{m}$	160 対	10 本	2.7 nH
第 2 の基本ユニット	50 $\mu\text{m}$	112 対	10 本	12 nH
	50 $\mu\text{m}$	112 対	10 本	

#### 【0054】

本実施例の形態で作製した弾性表面波フィルタの特性を図 18 に示す。上記弾性表面波フィルタを、所望する一例としての 800 MHz 帯 PDC 方式の送信側フィルタに用いた場合、上記送信側フィルタの周波数帯域での実力値は、通過帯域である 940 MHz - 958 MHz において挿入損失 0.66 dB、所望する阻止帯域となる 810 MHz - 828 MHz において 45.9 dB の減衰特性（



減衰ピーク 22 参照) が得られた。上記の所望する阻止帯域とは、800 MHz 帯 PDC 方式では、受信側フィルタの通過帯域に相当するものである。

#### 【0055】

このように本実施例では、第1の基本ユニット6を構成するインダクタ  $L_1$  を調整することによって、第1の基本ユニット6における、共振周波数  $f_{r1}$  の減衰極を通過帯域から低周波数側に大きく離れた阻止帯域まで移動させることができる。

#### 【0056】

また、第2の基本ユニット8ではインダクタ  $L_2$  を第2の一端子対弾性表面波共振器7に対し並列に接続することにより、第2の基本ユニット8における反共振周波数  $f_{a2}$  を高域側に移動させて通過帯域幅を広げるとともに、本来（インダクタ  $L_2$  を省いたもの）は直列腕に配置した第2の一端子対弾性表面波共振器7では現れない、通過帯域より低域側にも新たな反共振周波数  $f_{a2}'$  の減衰極を形成することが可能である。

#### 【0057】

このような第2の基本ユニット8による反共振周波数  $f_{a2}'$  の減衰極も第1の基本ユニット6の場合と同様にインダクタ  $L_2$  を調整することにより、減衰極の周波数を阻止帯域に合わせることが可能である。

#### 【0058】

本実施例の場合、第1の基本ユニット6により形成された共振周波数  $f_{r1}$  の減衰極と第2の基本ユニット8により形成された反共振周波数  $f_{a2}'$  の減衰極とを阻止帯域内にて互いに略一致させることが好ましく、これにより、通過帯域より低域側に大きく離れた阻止帯域においても十分な減衰量を確保することが可能である。

#### 【0059】

また、従来の梯子型フィルタにおける直列腕の一端子対弾性表面波共振器では減衰量が得られなかった通過帯域の低域側となる通過帯域外に、本実施例においては、反共振周波数  $f_{a2}'$  の減衰極を新たに形成している。反共振周波数  $f_{a2}'$  は、第2の一端子対弾性表面波共振器7の静電容量と並列に接続されたイン

ダクタL2とにより発生するものである。

#### 【0060】

このことによって、本実施例では、第1の基本ユニット6の並列腕、第2の基本ユニット8の直列腕、それぞれ1素子という最小限の素子数で、かつ、通過帯域での挿入損失を小さく抑えながら、通過帯域外（例えば、通過帯域の低域側となる通過帯域外となる阻止帯域）での減衰量を増大させることが可能である。

#### 【0061】

したがって、本発明の弾性表面波フィルタは、通過帯域に対して、低域側において大きな減衰量を確保できるから、携帯電話等の通信機における分波器の送信側フィルタ、特に、送信側の通過帯域に対して、受信側の通過帯域が100MHz～200MHzと大幅に低域側に設定されている、800MHz帯PDC方式の通信機における分波器の送信側フィルタに好適に使用できる。

#### 【0062】

以下に、本実施例と、各比較例との特性の比較結果を説明する、まず、比較例として、本実施例から、各インダクタL1、L2を省いたものを作製し、その比較例と本実施例との、挿入損失一周波数の特性を図19にそれぞれ合わせて示した。図19から明らかなように、本実施例は、比較例と比べて、通過帯域が広くなり、かつ挿入損失も小さくなっており、その上、通過帯域に対して低域側の通過帯域外（特に100MHz以上低域側）の減衰量が、比較例より大幅に大きいことが分かる。

#### 【0063】

また、他の比較例として、本実施例から、インダクタL2を省いたものを作製し、上記の他の比較例と本実施例との、挿入損失一周波数の特性を図20にそれぞれ合わせて示した。図20から明らかなように、本実施例は、他の比較例と比べて、通過帯域が広くなり、かつ挿入損失も小さくなっており、その上、通過帯域に対して低域側の通過帯域外（特に100MHz以上低域側）の減衰量が、他の比較例より大幅に大きいことが分かる。

#### 【0064】

また、さらに他の比較例として、本実施例から、インダクタL1を省いたもの

を作製し、上記のさらに他の比較例と本実施例との、挿入損失一周波数の特性を図 21 にそれぞれ合わせて示した。図 21 から明らかなように、本実施例は、さらに他の比較例と比べて、通過帯域での挿入損失が小さくなっており、その上、通過帯域に対して低域側の通過帯域外（特に 100 MHz 以上低域側）の減衰量が、さらに他の比較例より大幅に大きいことが分かる。

#### 【0065】

なお、上記実施例では、L 型の梯子型を用いて例を挙げたが、他の梯子型でもよく、例えば図 22 に示す T 型や、図 23 に示す  $\pi$  型でもよい。また、図 24 (a) ~ (d) に示すように、第 1 および第 2 の一端子対弾性表面波共振器 5、7 を複数段に分割した構成（互いに、直列や並列に接続した）としてもよい。このような複数段構成とすると、対数を多くできることによってリップルの発生を低減でき、また、耐電力性を向上できる。

#### 【0066】

次に、上記実施例に記載の弾性表面波フィルタを用いた通信機について図 25 に基づき説明する。上記通信機 100 は、受信を行うレシーバ側（Rx 側）として、アンテナ 101、アンテナ共用部／RF Top フィルタ 102、アンプ 103、Rx 段間フィルタ 104、ミキサ 105、1st IF フィルタ 106、ミキサ 107、2nd IF フィルタ 108、1st + 2nd ローカルシンセサイザ 111、TCXO（temperature compensated crystal oscillator（温度補償型水晶発振器））112、デバイダ 113、ローカルフィルタ 114 を備えて構成されている。

#### 【0067】

Rx 段間フィルタ 104 からミキサ 105 へは、図 25 に二本線で示したように、バランス性を確保するために各平衡信号にて送信することが好ましい。

#### 【0068】

また、上記通信機 100 は、送信を行うトランシーバ側（Tx 側）として、上記アンテナ 101 および上記アンテナ共用部／RF Top フィルタ 102 を共用するとともに、Tx IF フィルタ 121、ミキサ 122、Tx 段間フィルタ 123、アンプ 124、カップラ 125、アイソレータ 126、APC（automatic po

wer control (自動出力制御) 127を備えて構成されている。

#### 【0069】

そして、上記のアンテナ共用部／RF Topフィルタ102、Rx段間フィルタ104、1st IFフィルタ106、Tx IFフィルタ121、Tx段間フィルタ123には、上述した本発明の弾性表面波フィルタが好適に利用できる。

#### 【0070】

本発明に係る弾性表面波フィルタは、前述したように優れたフィルタ機能を備えることができるものである。よって、上記弾性表面波フィルタを有する本発明の通信機は、伝送特性を向上できるものとなっている。

#### 【0071】

##### 【発明の効果】

本発明の弾性表面波フィルタは、以上のように、梯子型に配置された、少なくとも1つの直列共振子および少なくとも1つの並列共振子を有する、弾性表面波フィルタにおいて、少なくとも1つの並列共振子には第1インダクタが直列に接続され、少なくとも1つの直列共振子には第2インダクタが並列に接続され、前記第1インダクタが直列に接続された並列共振子の共振点と、第2インダクタが並列に接続されたことにより直列共振子の共振点よりも低域側に発生する、直列共振子の反共振点とが互いに略一致されている構成である。

#### 【0072】

それゆえ、上記構成は、並列共振子の共振点と、直列共振子に並列にインダクタを接続することにより発生する、共振点よりも低域側に位置する反共振点を、例えば阻止帯域にて互いに一致させることで、低域側にシフトした並列共振子の共振点と、直列共振子に並列にインダクタを接続することにより発生する、共振点の二つの効果を発揮できて、通過帯域に対する、特に低域側阻止帯域の減衰量を大きくできる。

#### 【0073】

したがって、上記構成では、通過帯域に対する低域側阻止帯域の減衰量を大きくでき、かつ、通過帯域が広帯域にできる。特に、上記構成を、弾性表面波分波器の高周波数側に通過帯域を有するフィルタに用いると、上記フィルタは、低周

波数側に通過帯域を有するフィルタの通過帯域でも大きな減衰量が得られるので、弾性表面波分波器において効果的であるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る弾性表面波フィルタにおける実施例の電極パターンを示す概略斜視図である。

【図 2】

上記弾性表面波フィルタの回路構成図である。

【図 3】

上記弾性表面波フィルタにおける、第 1 の一端子対弾性表面波共振器の回路図および概略構成図である。

【図 4】

上記第 1 の一端子対弾性表面波共振器の等価回路図である。

【図 5】

上記の第 1 の一端子対弾性表面波共振器の減衰量一周波数特性を示すグラフである。

【図 6】

上記弾性表面波フィルタにおける第 1 の基本ユニットの回路図である。

【図 7】

上記第 1 の基本ユニットの等価回路図である。

【図 8】

上記第 1 の基本ユニットの減衰量一周波数特性を示すグラフである。

【図 9】

上記図 5 と図 8 とを重ね合わせて示したグラフである。

【図 10】

上記弾性表面波フィルタにおける、第 2 の一端子対弾性表面波共振器の回路図である。

【図 11】

上記第2の一端子対弾性表面波共振器の等価回路図である。

【図12】

上記第2の一端子対弾性表面波共振器の減衰量一周波数特性を示すグラフである。

【図13】

上記弾性表面波フィルタにおける、第2の基本ユニットの回路図である。

【図14】

上記第2の基本ユニットの等価回路図である。

【図15】

上記第2の基本ユニットの減衰量一周波数特性を示すグラフである。

【図16】

上記図12と図15とを重ね合わせて示したグラフである。

【図17】

上記弾性表面波フィルタ、および上記弾性表面波フィルタを搭載したパッケージの概略構成図である。

【図18】

上記弾性表面波フィルタの電気的特性を示すグラフである。

【図19】

上記弾性表面波フィルタと比較例の弾性表面波フィルタとの各電気的特性を合わせて示すグラフである。

【図20】

上記弾性表面波フィルタと、他の比較例の弾性表面波フィルタとの各電気的特性を合わせて示すグラフである。

【図21】

上記弾性表面波フィルタとさらに他の比較例の弾性表面波フィルタとの各電気的特性を合わせて示すグラフである。

【図22】

上記弾性表面波フィルタの一変形例を示す回路図である。

【図23】

上記弾性表面波フィルタの他の一変形例を示す回路図である。

【図 2 4】

(a) ~ (d) は上記弾性表面波フィルタのさらに他の各変形例をそれぞれ示す回路図である。

【図 2 5】

上記弾性表面波フィルタを用いた通信機の要部ブロック図である。

【図 2 6】

従来の梯子型フィルタの基本構成図である。

【図 2 7】

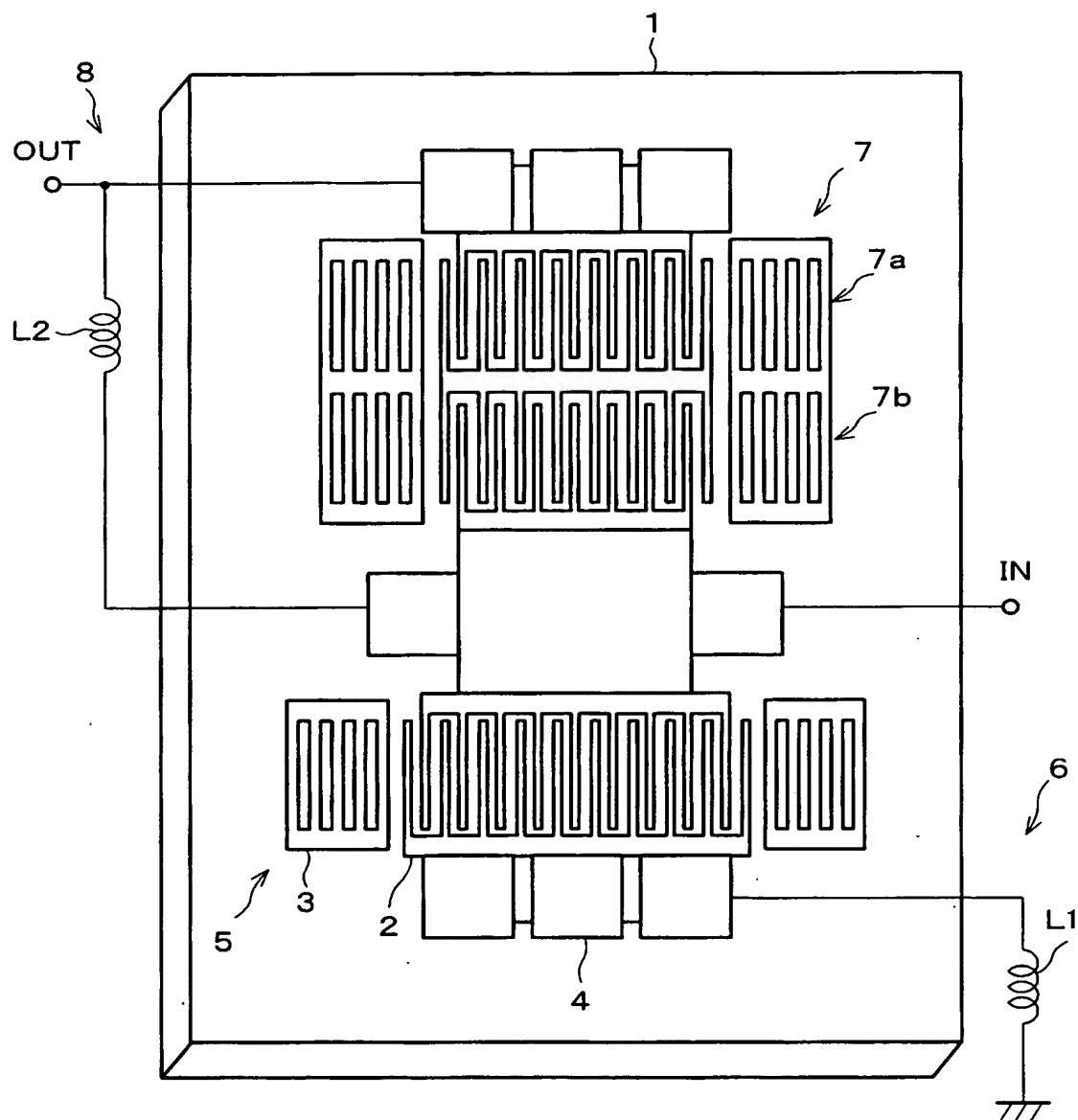
従来の梯子型フィルタの代表特性を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1 圧電性基板
  - 2 櫛型電極
  - 3 反射器電極
  - 4 ワイヤボンディングパッド
  - 5 第 1 の一端子対弾性表面波共振器
  - 6 第 1 の基本ユニット
  - 7 第 2 の一端子対弾性表面波共振器
  - 8 第 2 の基本ユニット
- L 1、L 2 インダクタ

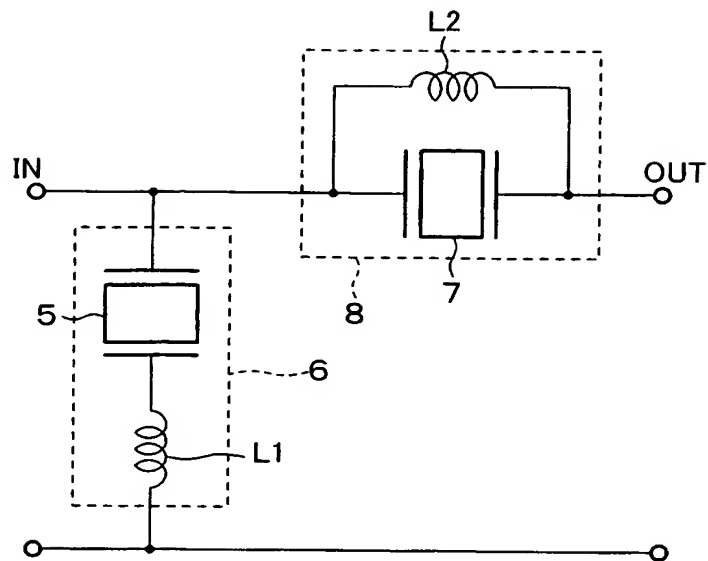
【書類名】 図面

【図 1】

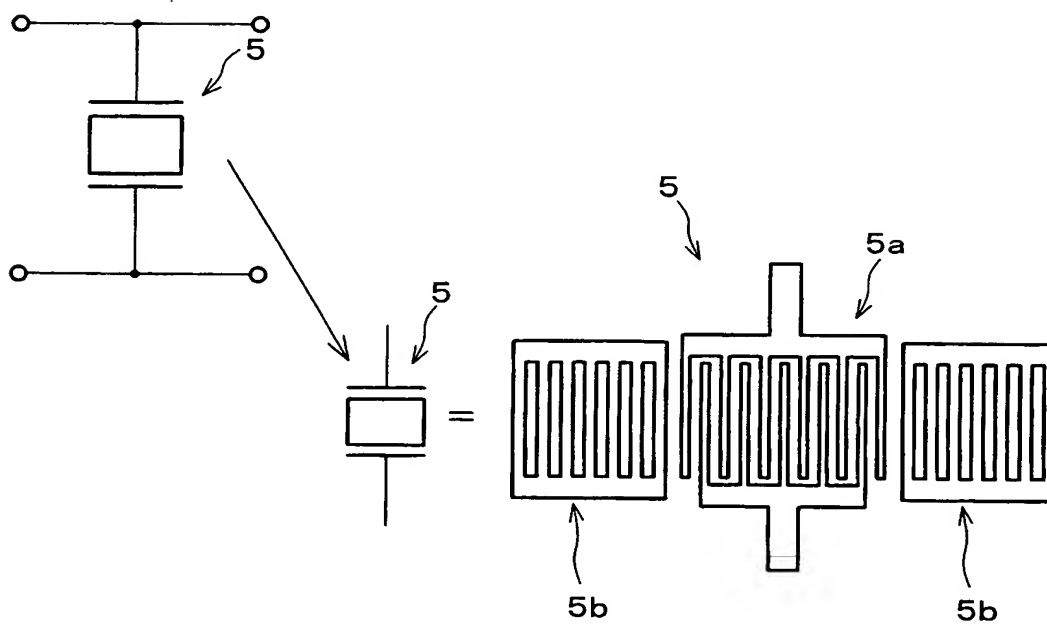




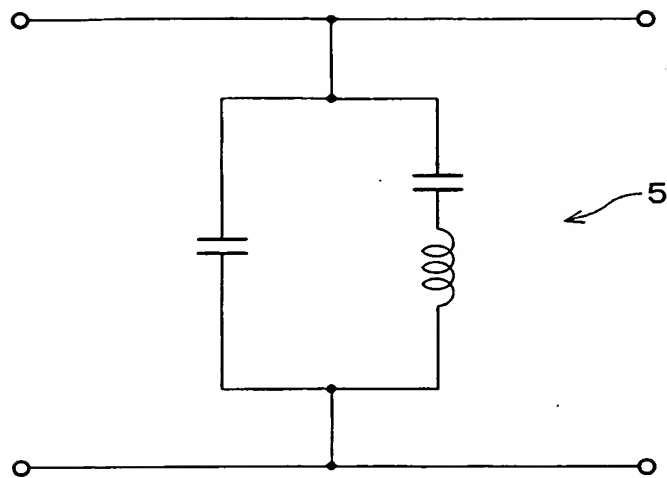
【図 2】



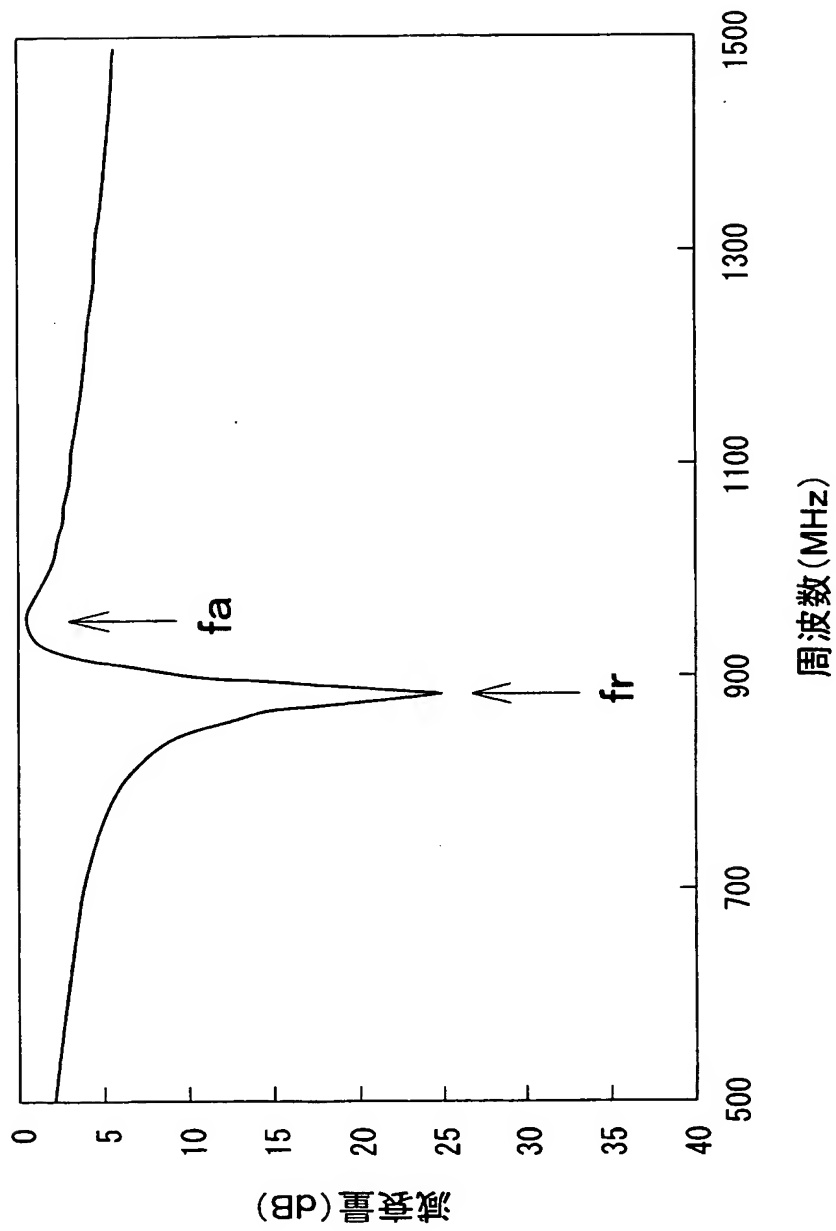
【図 3】



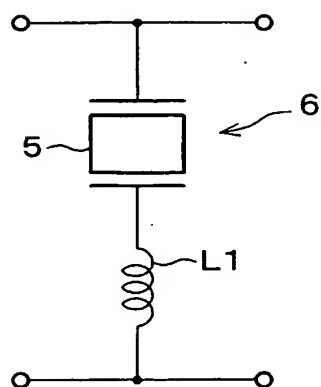
【図 4】



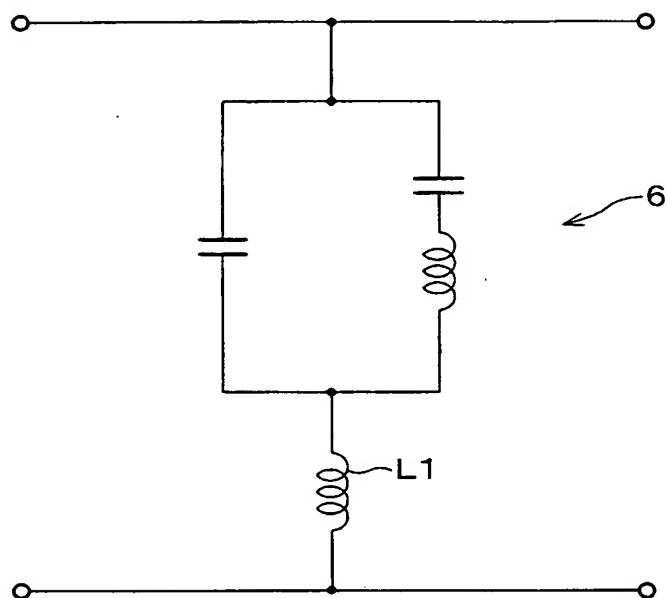
【図 5】



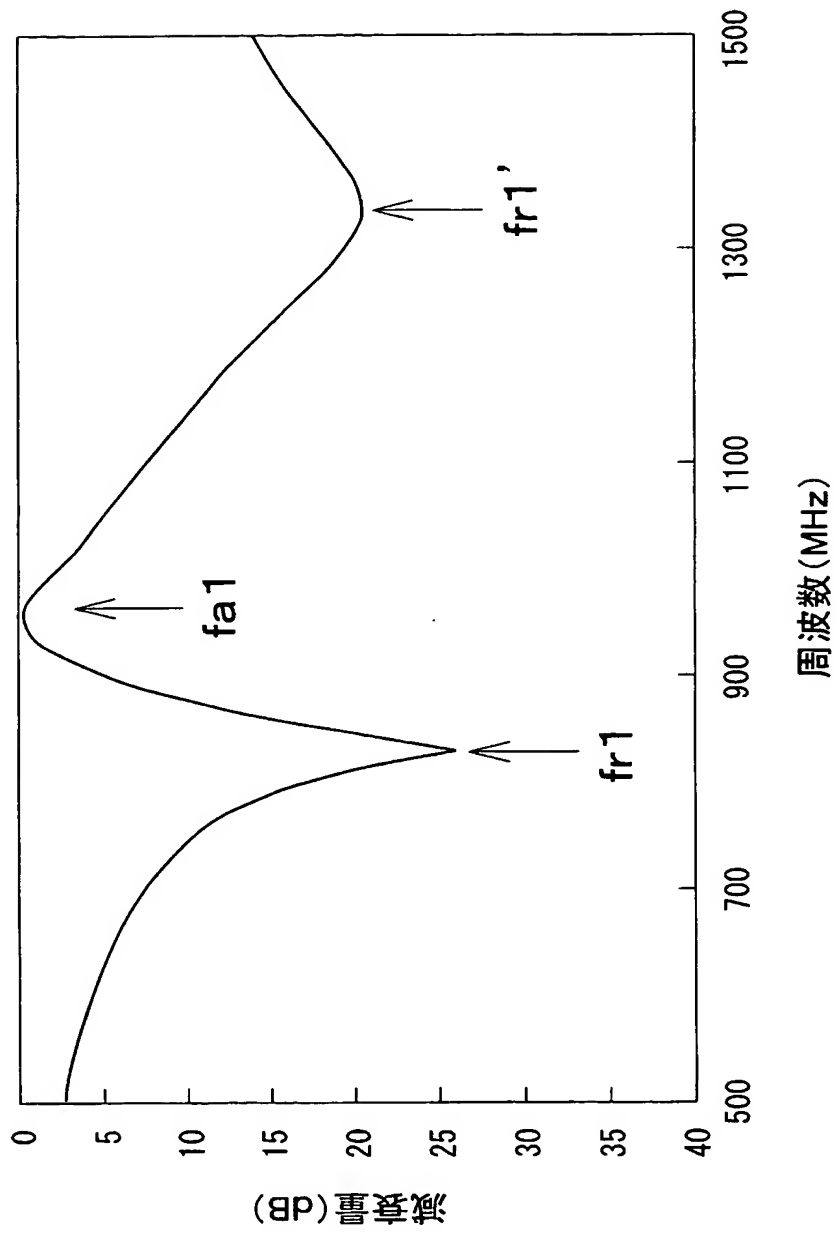
【図 6】



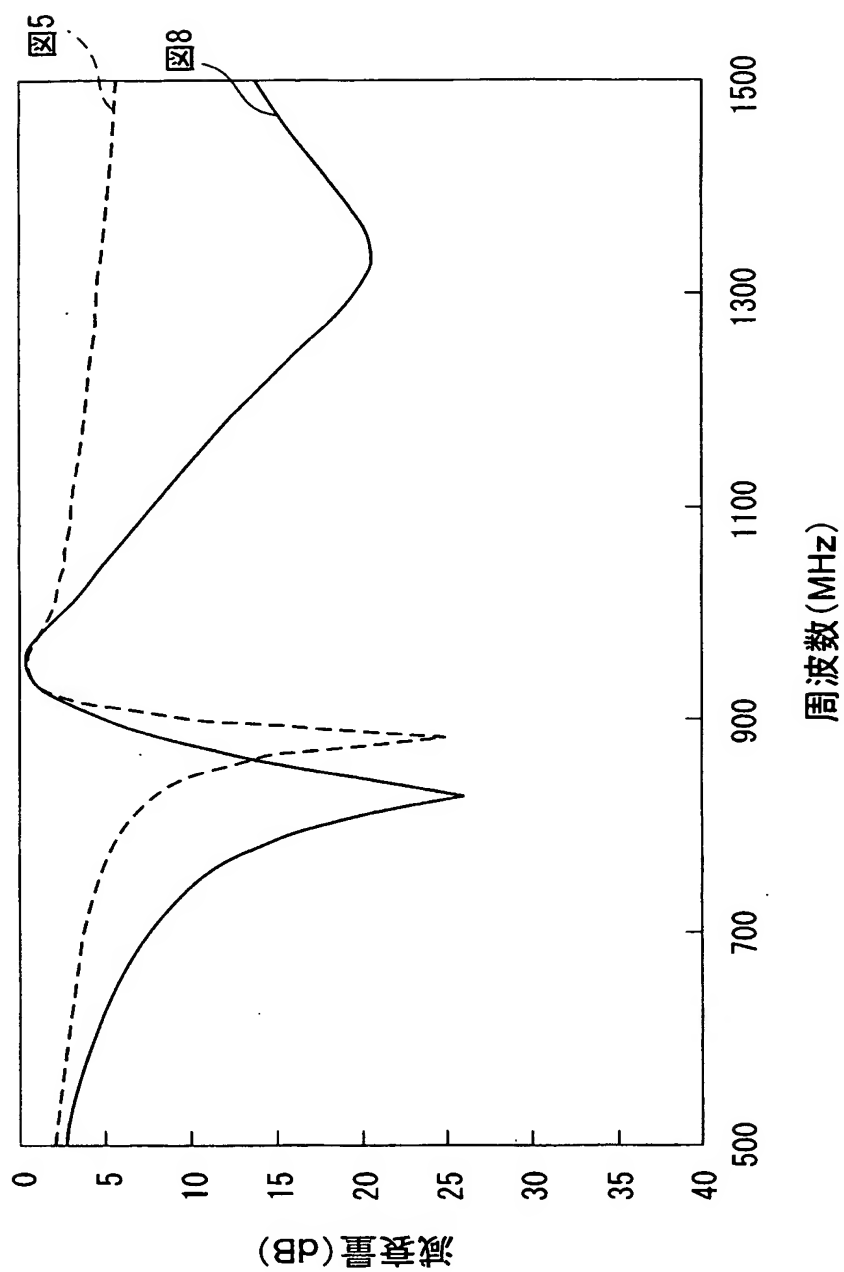
【図 7】



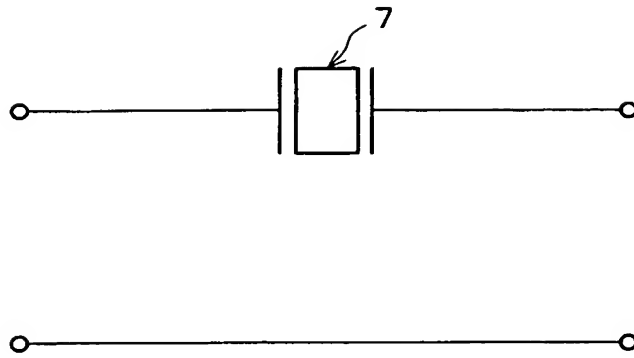
【図 8】



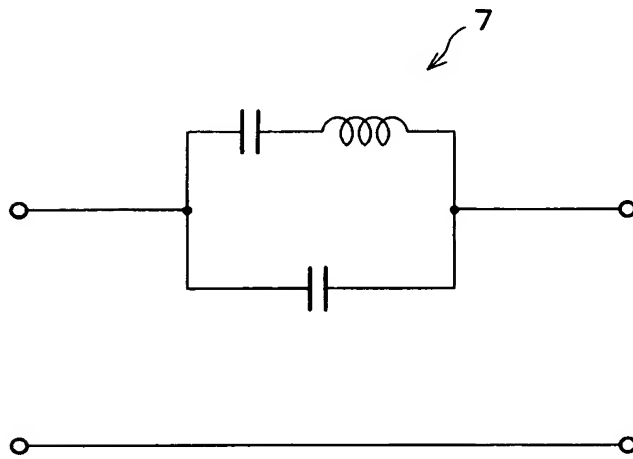
【図 9】



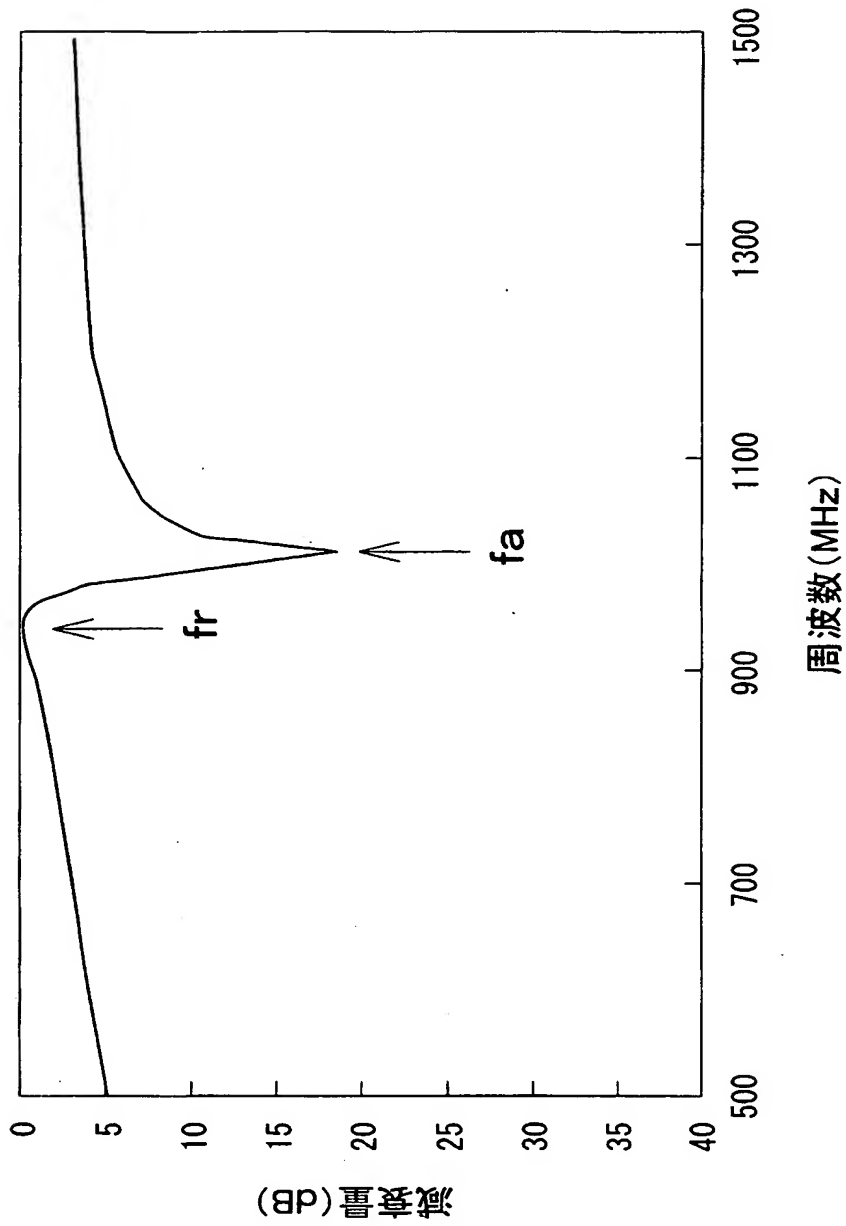
【図 10】



【図 11】

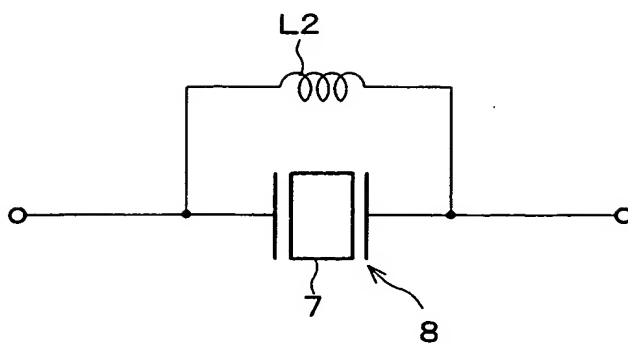


【図 12】

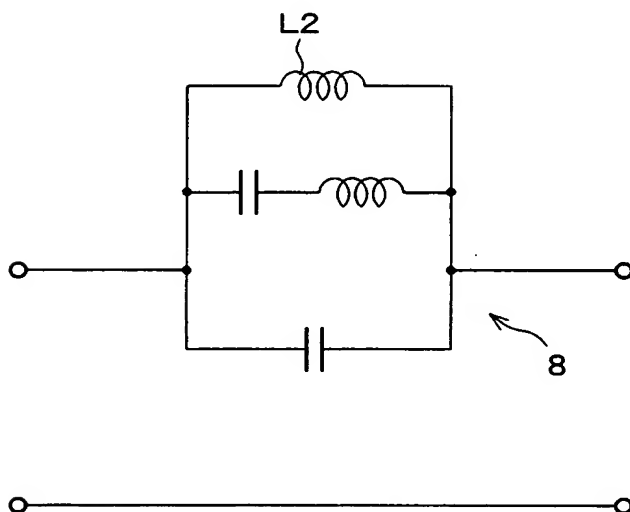




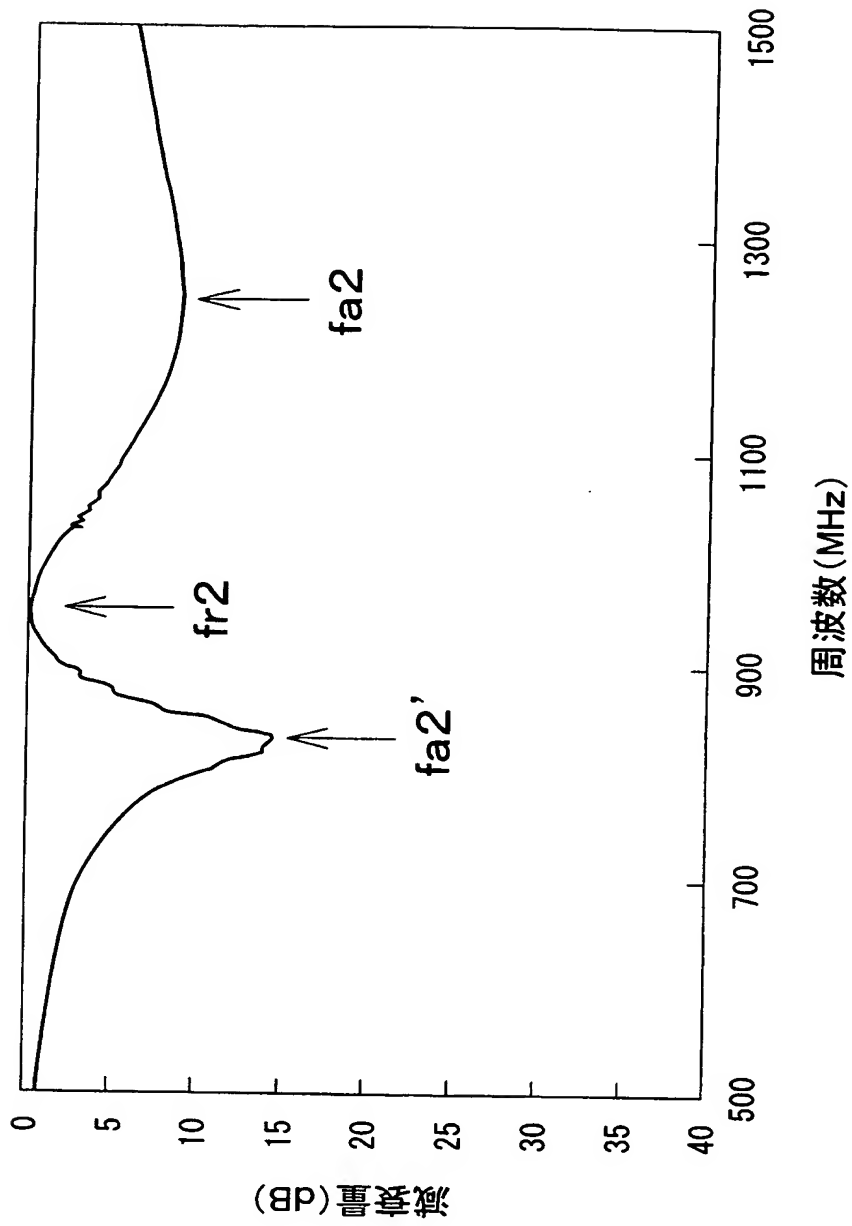
【図 13】



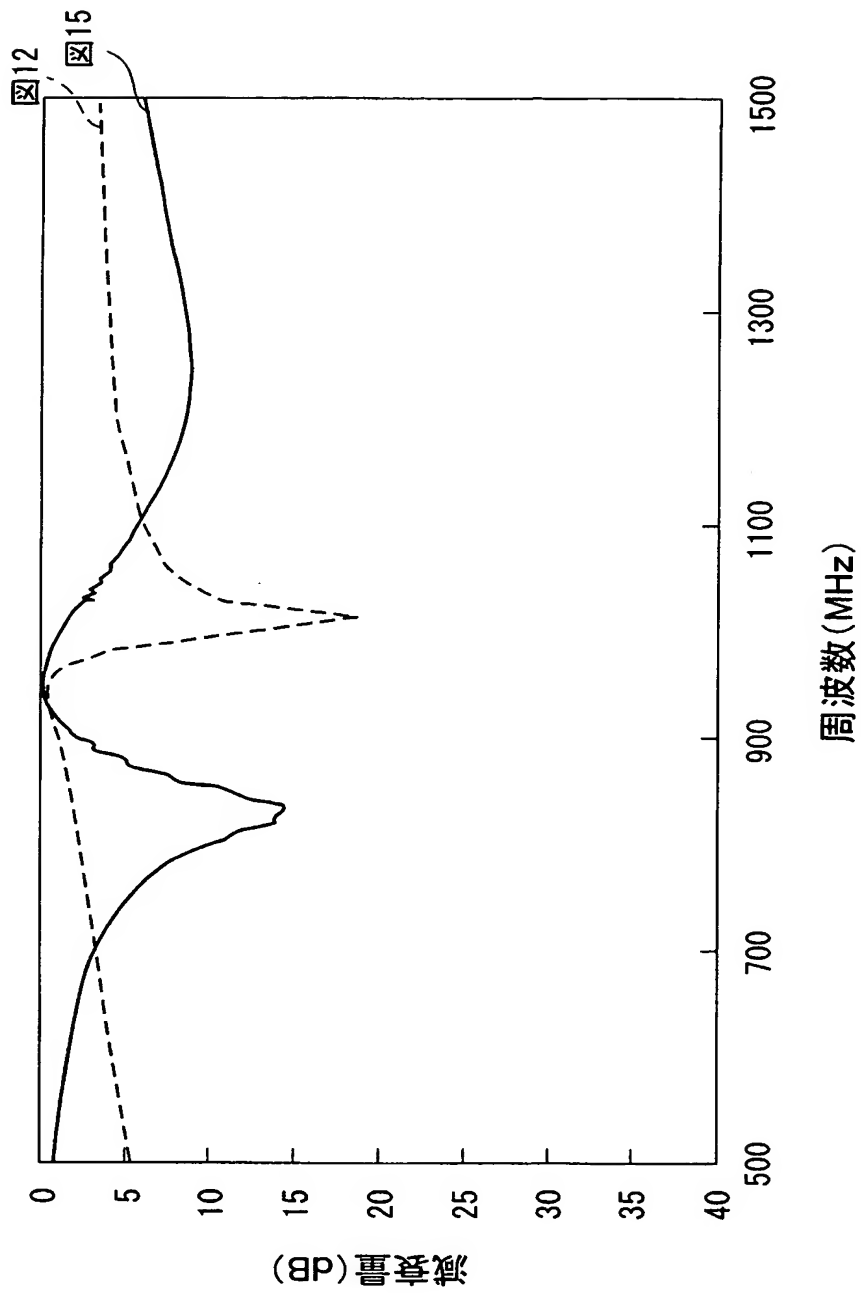
【図 14】



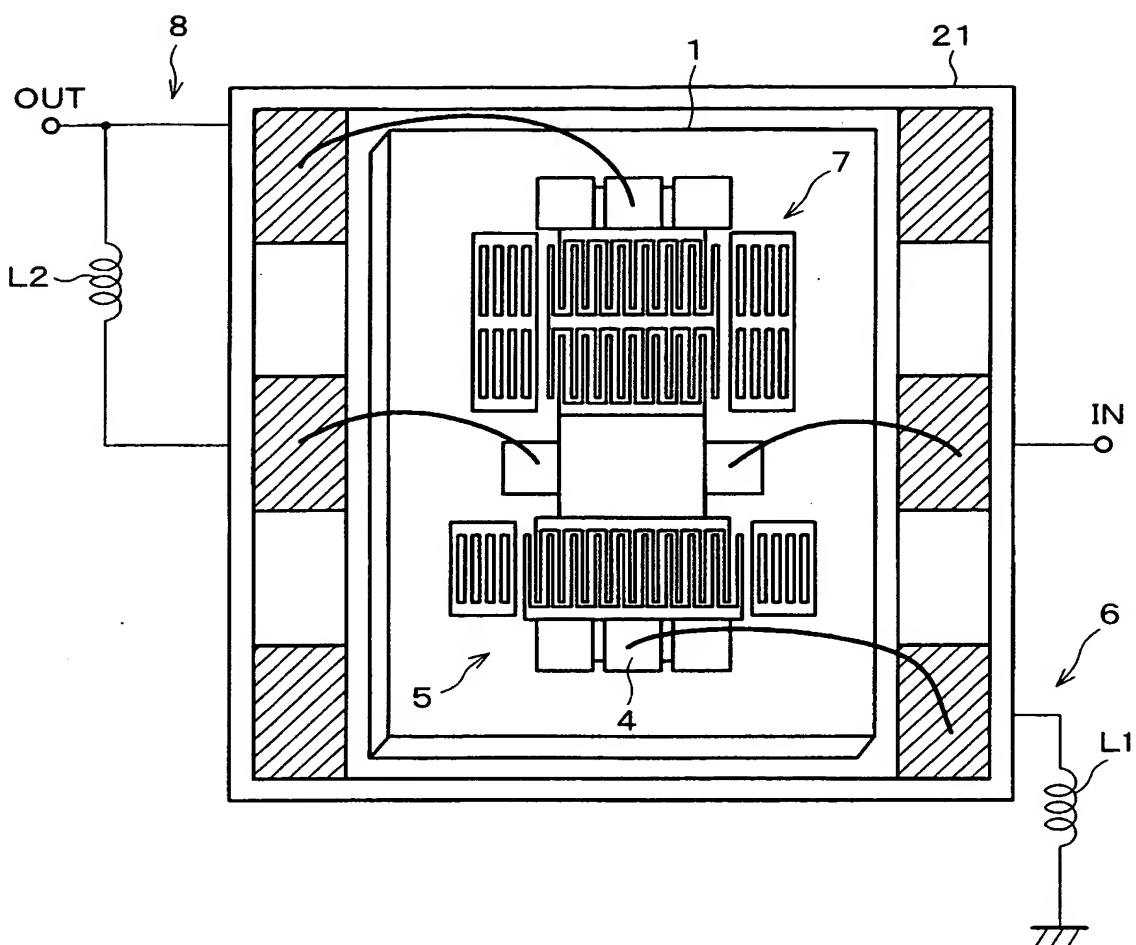
【図 15】



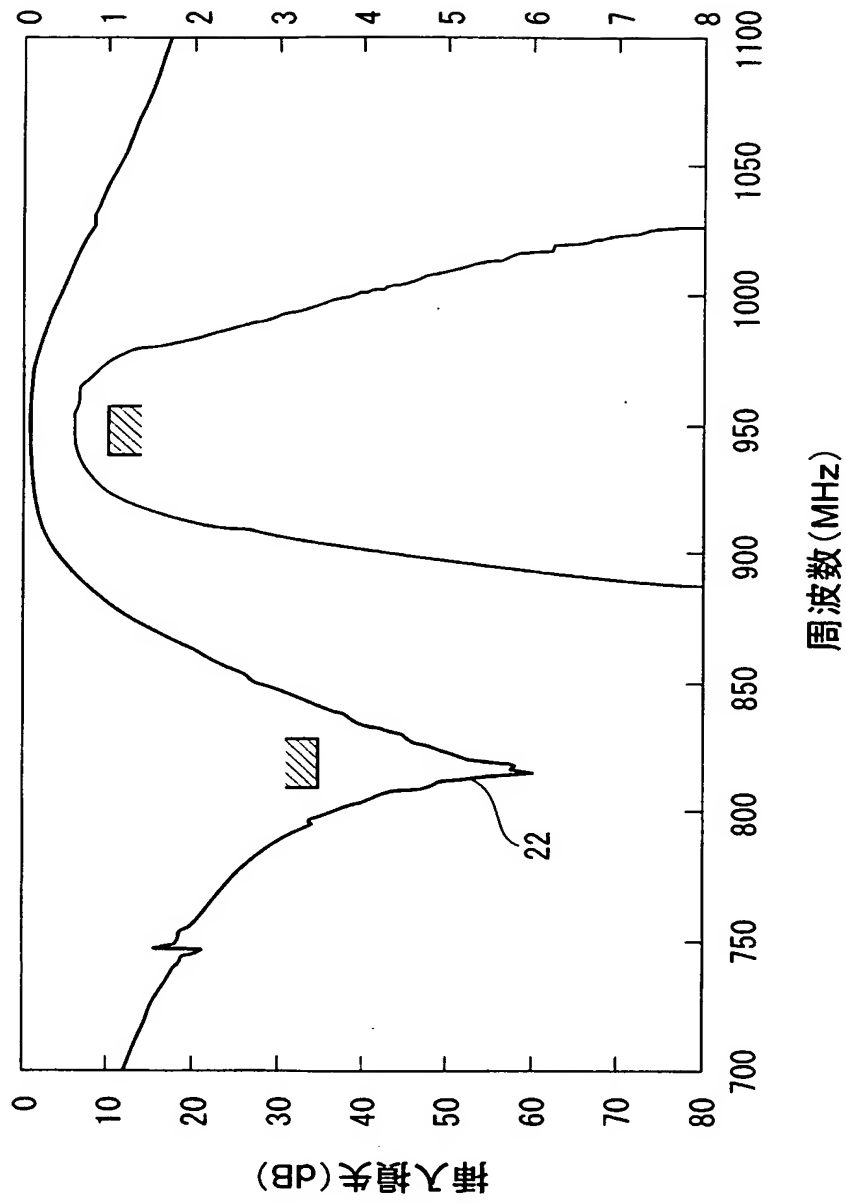
【図 16】



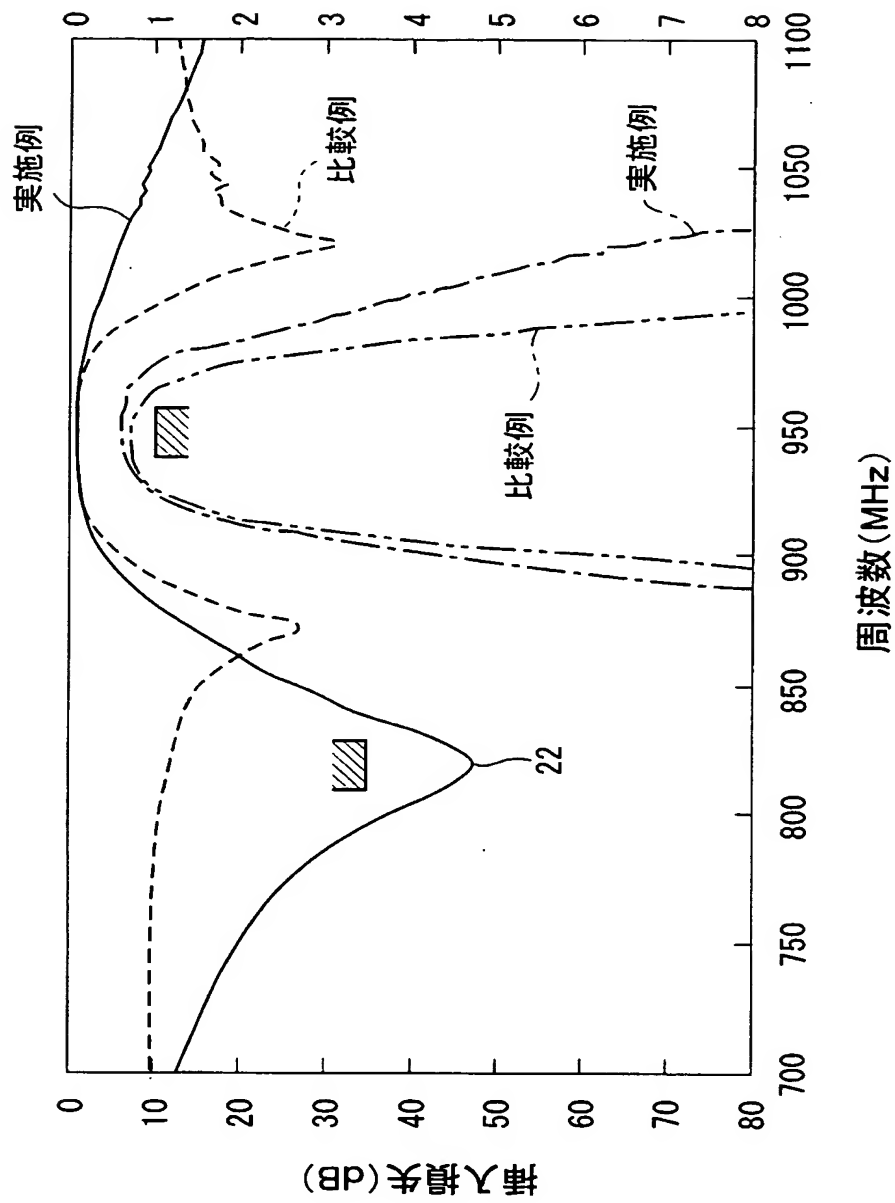
【図 17】



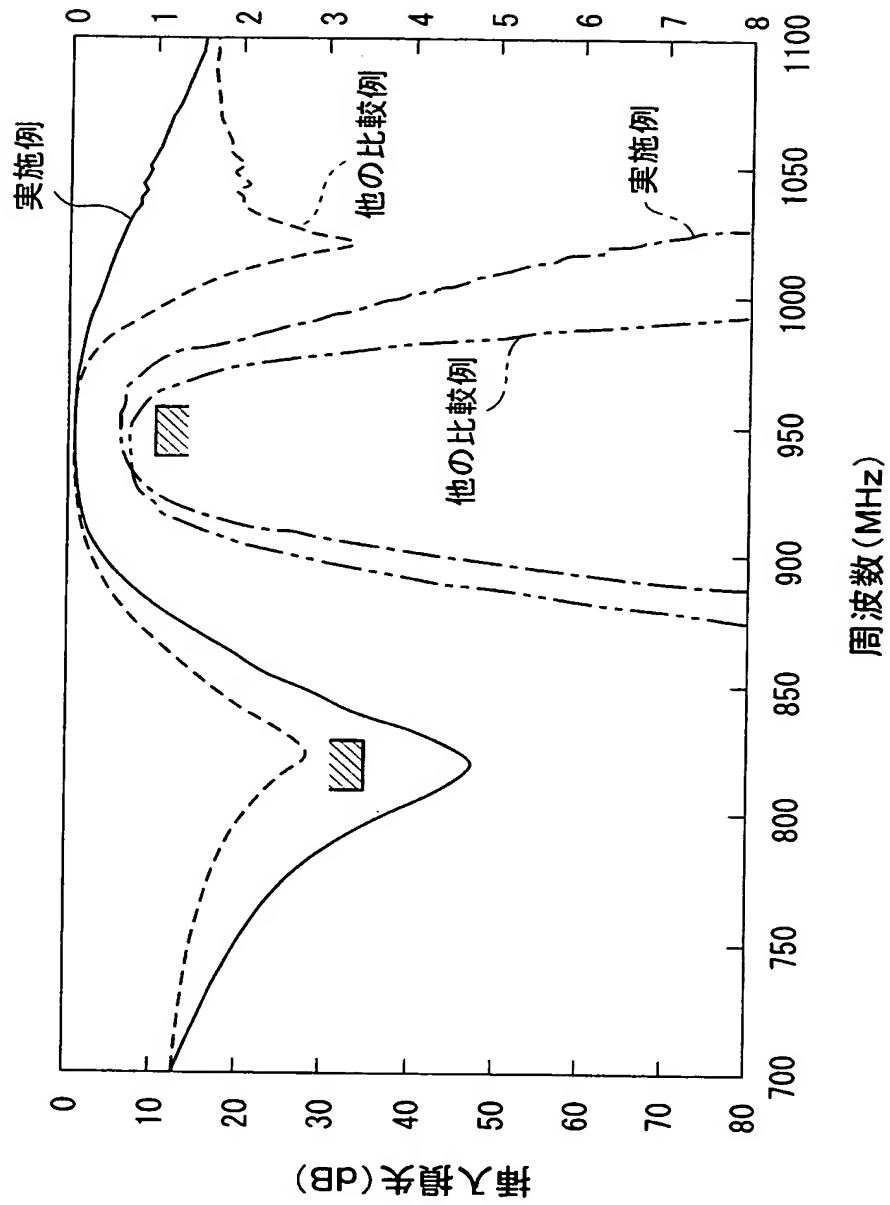
【図 18】



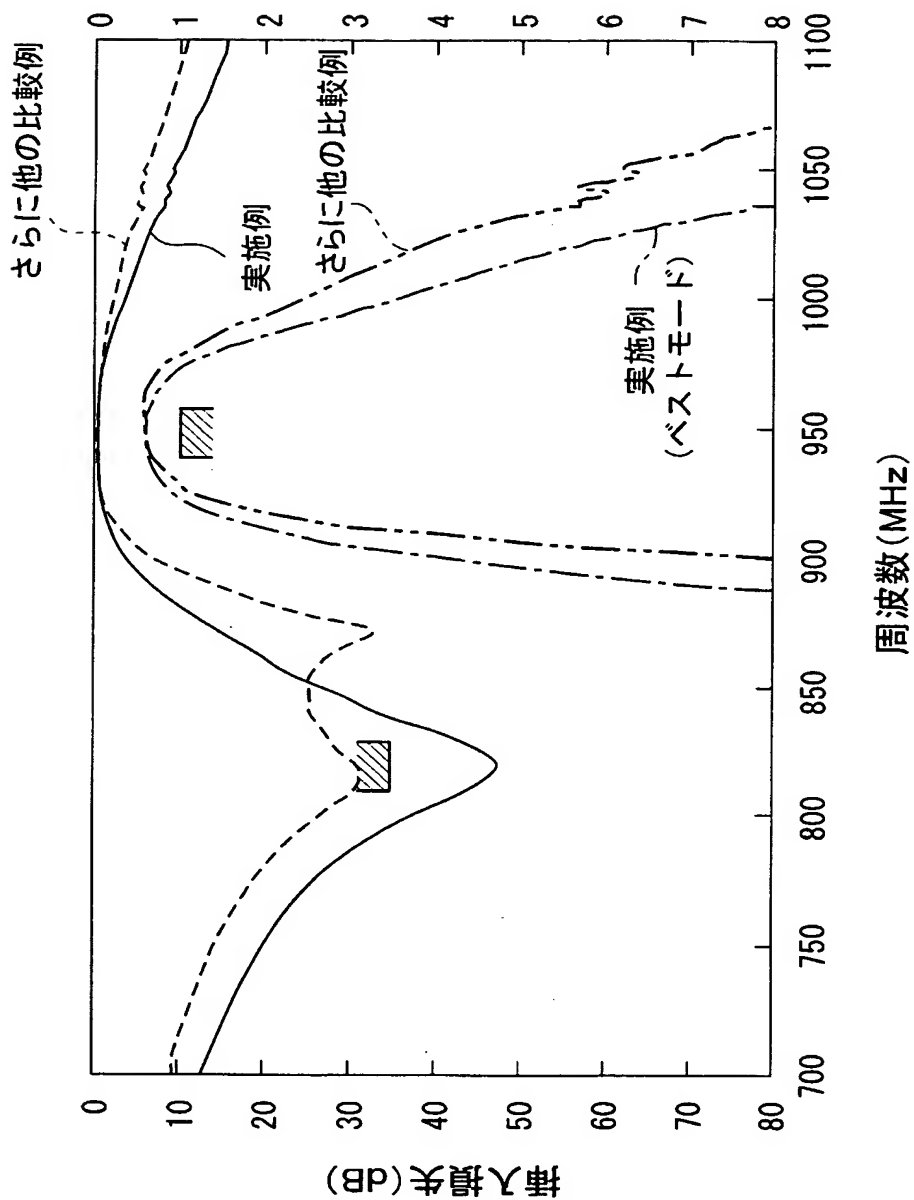
【図 19】



【図 20】

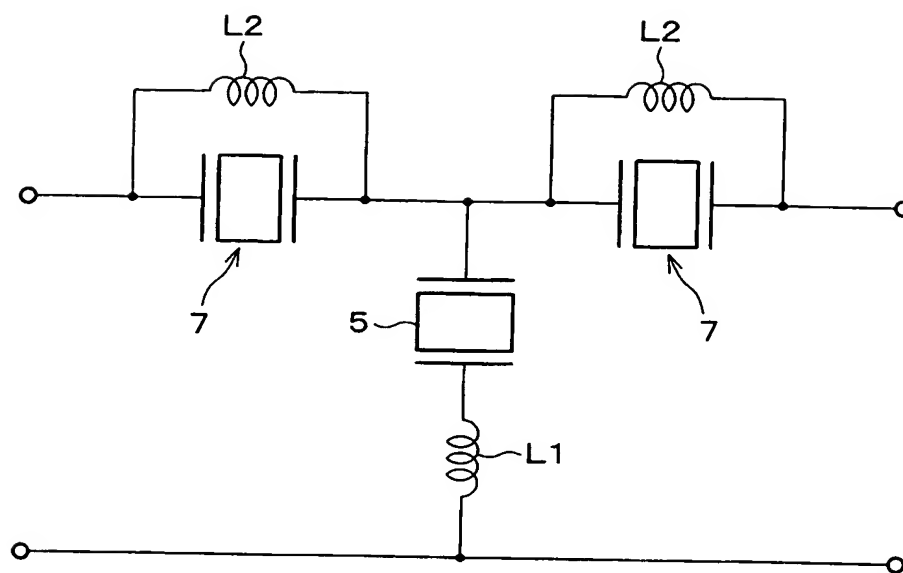


【図 21】

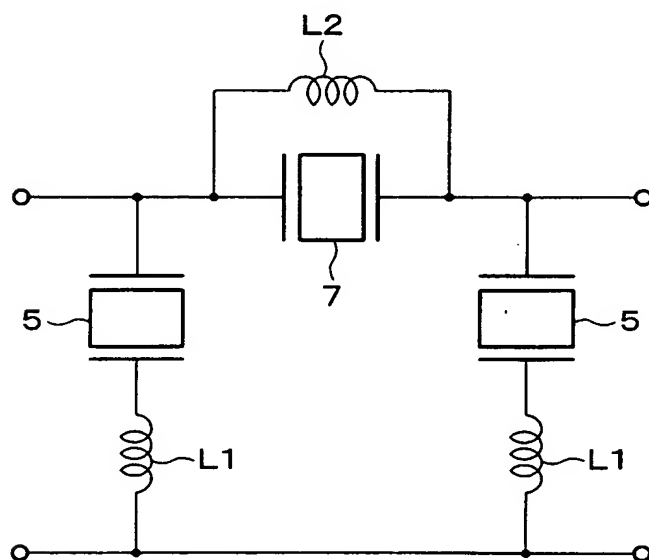




【図 22】

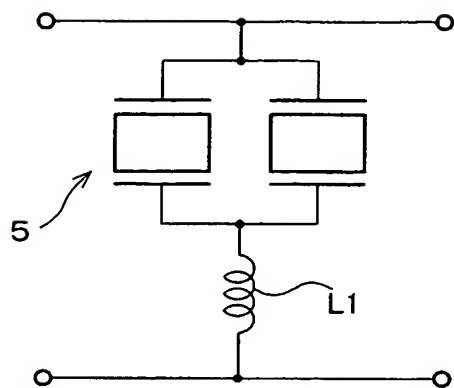


【図 23】

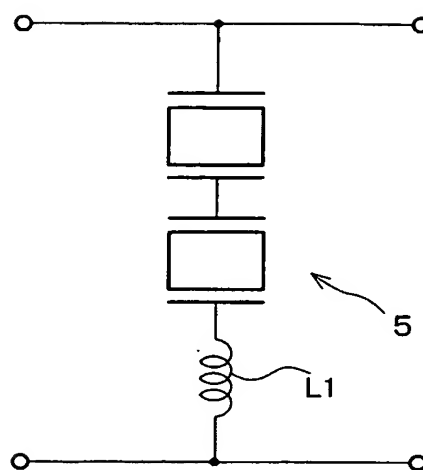


【図 24】

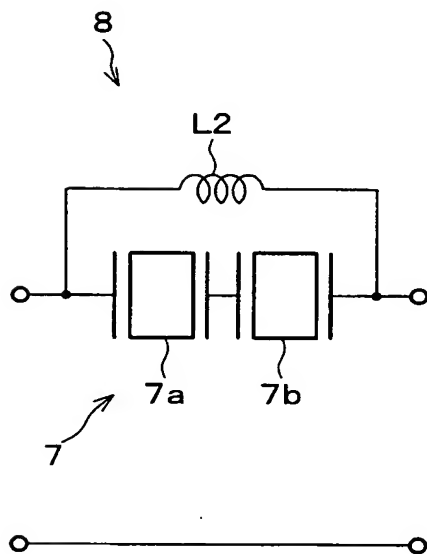
(a)



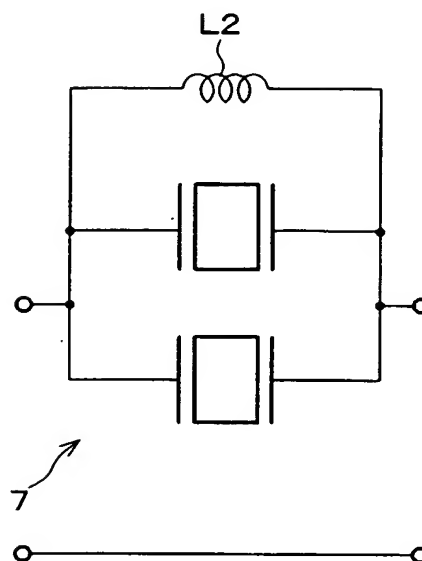
(b)



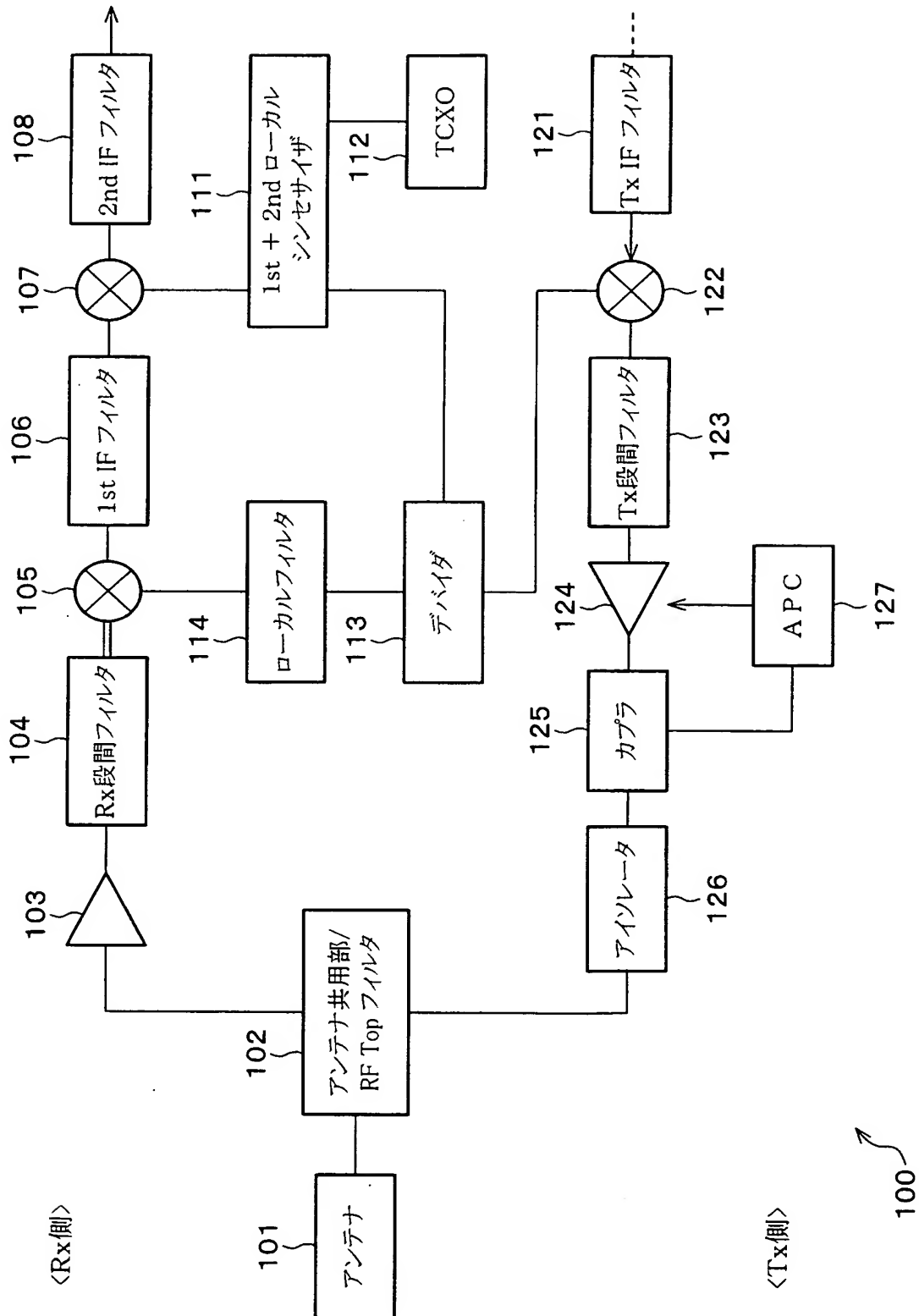
(c)



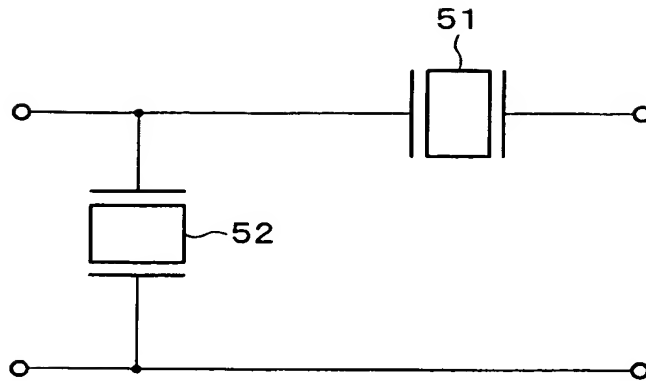
(b)



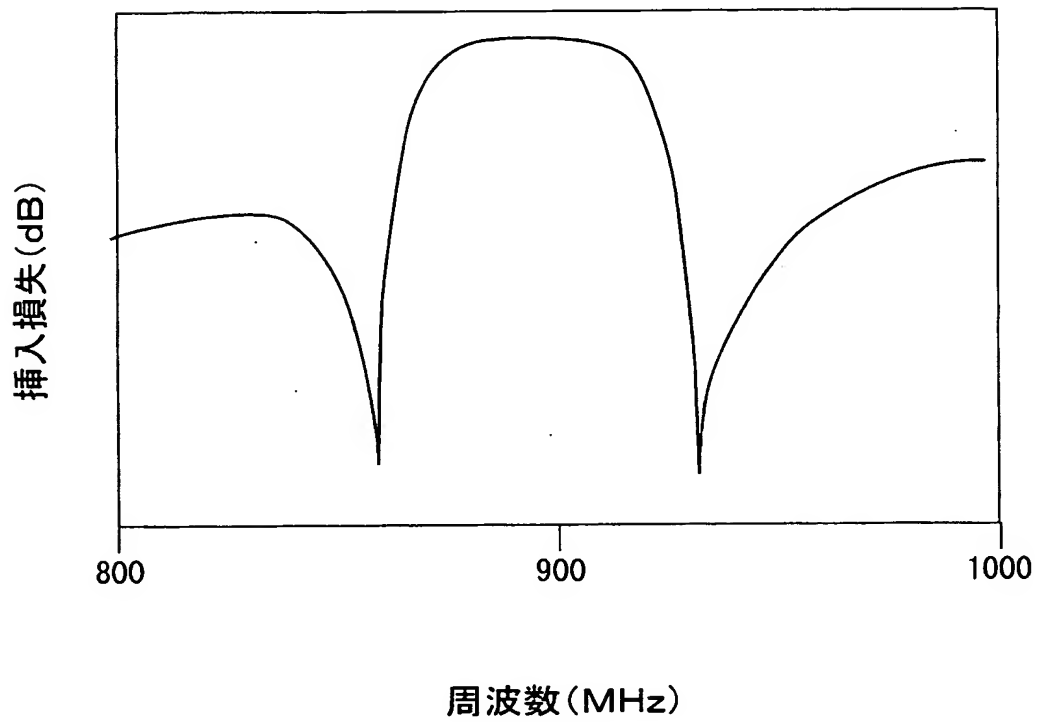
【図 25】



【図 26】



【図 27】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 広帯域で、低域側の減衰量を大きくできる弾性表面波フィルタ、それを用いた弾性表面波分波器および通信機を提供する。

【解決手段】 梯子型の並列共振子 5 に第 1 インダクタ  $L_1$  を直列に接続する。梯子型の直列共振子 7 に第 2 インダクタ  $L_2$  を並列に接続する。第 1 インダクタ  $L_1$  が直列に接続された並列共振子 5 の共振点と、第 2 インダクタ  $L_2$  が並列に接続されたことにより直列共振子 7 の共振点よりも低域側に発生する、直列共振子 7 の反共振点とを互いに略一致させる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 1 5 9 9 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 2 3 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号

氏 名

株式会社村田製作所